

ESKİŞEHİR KARABURHAN KROM AÇIK OCAĞI KAYA
BİRİMLERİNİN KAZILABİLİRLİK SINIFLAMASI VE ÖRTÜKAZI
BİRİM MALİYET ANALİZİ

**Diggability Classification of Rock Units Encountered in Eskişehir Karaburhan Open-Pit
Mine and Unit Cost Analysis of Stripping**

Atilla CEYLANOĞLU(*)

Ali KAHRİMANO

Y. Selim DURUTÜRK(**)

Önder UYSAL(***)

Yavuz GÜL(****)

Anahtar Sözcükler: Krom Açık Ocağı, Kazılabilirlik, Örtükazı, Birim Maliyet

ÖZET

Açık ocak projelendirme çalışmalarında ve ekipman seçiminde cevher modeli ile birlikte cevher ve yankayaçların sağlamlık ve kazı zorluğu dereceleri, gözönüne alınması gereken en önemli parametrelerdir. Bu çalışma kapsamında Eskişehir-Karaburhan krom açık ocağında yer alan kaya birimlerinin, bazı kütle ve malzeme özellikleri belirlenmiş ve mevcut sınıflama sistemleri kullanılarak kazı zorluğu sınıflamaları yapılmıştır. Bunun yanısıra, yerinde yapılan gözlem ve performans ölçümleri ile birim operasyonlar incelenmiştir. Elde edilen verilerle yapılan ekonomik analiz sonucunda örtükazı birimi maliyeti belirlenmiştir.

ABSTRACT

Strength and digging difficulty classes of ore and surrounding rocks together with orebody model are the most important parameters that should be taken into consideration during the preparation of open-pit mining projects and equipment selection. In this study, some mass and material properties of the rocks in Eskişehir-Karaburhan chromite open-pit mine were determined and digging difficulty classification of these rock units were made according to the current classification systems. In addition, the unit operations had been studied by field observations and performance measurements. At the end of the economic analysis using the obtained data, the unit cost of stripping was determined.

(*) Doç.Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas.

(**) Yrd.Doç.Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas.

(***) Arş.Gör., Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas.

(****) Maden Mühendisi, Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas.

I.GİRİŞ

Maden rezervlerinin değerlendirilmesinde, üretim yöntemi seçiminin yanında, uygun ekipman seçimi de ekonomik, teknik ve emniyet açısından büyük önem taşımaktadır. Bu nedenle, diğer parametrelerle birlikte yatağın geometrisi, cevher ve yankayaçların sağlamlık ve kazı zorluğu dereceleri yöntem ve ekipman seçiminde belirleyici unsurlar olmaktadır.

Bu çalışmada, Eskişehir-Ankara karayolu-nun 90. kirişinden yaklaşık 30 km kuzeyinde yeralan Ege Metal Endüstri A.Ş. Eskişehir-Karaburhan krom sahası için açık ocak projelendirilmesine yönelik araştırma sonuçları sunulmaktadır. Bu kapsamda, öncelikle bir dizi arazi ve laboratuvar çalışması gerçekleştirilerek sahada yeralan kaya birimlerinin (cevher, tavantaşı ve tabantaşı) sağlamlık ve kazı zorluğu dereceleri belirlenmiştir. Ayrıca mevcut açık ocak işletmesindeki üretim faaliyetleri incelenerek, birim operasyonların performans ölçümleri yapılmıştır. Daha sonra elde edilen veriler ışığında, ekipman seçimi yapılmıştır. Son olarak öngörülen açık işletme projelendirilmesi çerçevesinde örtükazı birim maliyeti hesaplanmıştır.

2. ARAZİ VE LABORATUVAR ÇALIŞMALARI

Bu araştırmaya konu olan kısmen faal halde bulunan açık ocak hakkında genel bilgi ve değerlendirmeler, hem arazide gerçekleştirilen gözlem, ölçüm ve performans etüdüleri hemde büroda yapılan hesaplamalar ışığında ortaya konulmuştur. Gerek cevher geometrisi ve rezervinin belirlenmesinde, gerekse projelendirme çalışmalarında, işletmeden sağlanan sondaj, harita, kesit ve imalat planlarından yararlanılmıştır.

2.1. Ocak Hakkında Genel Değerlendirme

Açık ocak sahasında yeralan cevherin geometrisi ve rezervinin belirlenmesinde

esas olarak şirket yetkililerinden alınan imalat haritası, kesitler ve sondaj verileri kullanılmıştır. Ayrıca işletmenin son durumunda (+1052 üzeri), basamaklardaki cevher uzanımı yerinde yapılan topoğrafik ölçümlerle harita ve kesitlere işlenerek işletmenin verdiği kesitlerdeki bilgiler kontrol edilmiştir. Çalışmaların yapıldığı sırada devam etmekte olan sondajların açık işletme rezervinin artırılmasına yönelik veriler sunmadığı anlaşıldığından, kesitlerde gösterilen cevher uzanım ve geometrisi dikkate alınarak rezerv hesabı ve ocak planlaması yapılmıştır. Düşey kesit yöntemi uygulanarak açık ocak rezervi 80.000 ton olarak hesaplanmıştır.

2.2. Performans Ölçüm ve Gözlem Sonuçları

Faal halde bulunan ocak sahasındaki birim operasyonlar (delme-patlatma, kazı-yükleme ve taşıma) ayrıntılı bir şekilde etüd edilmiştir. Bu çalışma sonucunda elde edilen veriler Çizelge 1'de özetlenmektedir. Yapılan incelemeler sonucunda işletmede basamak patlatması yerine gevşetme amaçlı atımlar uygulandığı görülmüştür.

2.3. Kaya Birimlerinin Bazı Kütle/Malzeme Özellikleri

Sahada yeralan kaya birimlerinin bazı malzeme ve kütle özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bir dizi arazi ve laboratuvar çalışması yapılmıştır. Arazi çalışması, tavantaşı, tabantaşı ve cevheri karakterize edecek şekilde açık ocakta mevcut basamaklarda gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma; jeoteknik tanımı, Schmidt çekiç testini, nokta yüklem testini, sismik hız (P-dalga) ölçümünü ve kaya mekaniği laboratuvar deneyleri için çalışılan kayaçları temsil ve karakterize eden blok numuneler alınmasını içermiştir. Ayrıca, kaya birimlerinin Kaya Kalitesi Belirteci (RQD) değerlerini belirlemek amacıyla sondaj karotları değerlendirilmiştir. Arazi gözlem ve ölçüm sonuçları toplu halde Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1 Performans Ölçüm ve Gözlem Sonuçları.

Birim İşlem	Gözlem ve Ölçüm Sonuçları					
1	Delme makinası : Vagon Drill (Gemsa HPT 32)					
	Delik eğimi : Dik					
	Matkap tipi : Sert taş matriks (düğmeli)					
	Operatör tecrübesi : İyi					
	Kaya Birimi	Matkap Çapı (mm)	Baskı (kg/cm ²)	Dönme Hızı (rpm)	Delme Hızı (m/dak)	
					Ortalama ^(*)	Net ^(**)
Tavantaşı (Dunit)	75	7.5-15	18-20	0.16	0.26	
Tavantaşı (Dunit)	89	15-20	45-55	0.31	0.52	
Cevher	89	15-20	45-55	-	0.51	
Tabantaşı (Dunit)	89	15-20	50-55	0.43	0.58	
2	Basamak yüksekliği: 3-3.5 m; Dilim kalınlığı: 2-4 m; Delikler arası mesafe: 3-5 m					
	Atım Şekli	Özgül delme (m/m ³)	Özgül şarj			
			kg(ANFO)/m ³	kg(dinamit)/m ³	adet(kapsül)/m ³	
	Gevşetme atımı	0.120	0.350	0.013	0.035	
Kısmen basamak atımı	-	0.500	0.020	0.030		
3	Durum Tanımı		Gevşetme Atımı	Kısmen Basamak Atımı	Doğrudan Kazı	
	Parametreler					
	Yükleyici Cinsi (Kepçe kapasitesi)		Cat 235 (3.5 yd ³)	Cat 235 (3.5 yd ³)	Komatsu 966 *(3.5 yd ³)(***)	
	Kepçe Periyodu (sn)		36.72	32.04	58.50	
	Kazı Süresi (sn)		18.06	16.13	18.00	
	Kepçe Dolma Faktörü		1.03	1.06	0.53	
	Beklemez Saatlik Kapasite (m ³ /saat)		270	319	88	
Saatlik Kazı Kapasitesi (m ³ /saat)		549	634	285		
4	Kamyon kapasitesi : 15.5 m ³					
	Döküm sahası : 250-300 m (Yakın saha) ~500 m (Uzak saha)					
	Ortalama kamyon tur süresi : 590 sn (Yakın saha) 630 sn (Uzak saha)					
5	Kabarma faktörü : 1.40-1.50					
	Su geliri : Yok					
	Döküm sahası durumu : Uygun ve yeterli					
	Genel şev açısı : Mevcut açık ocak= 35°-45° Yeraltı işletmesi üzerindeki açık ocak=50°-55°					
	Çalışma süreleri : 15 saat/gün ve 300 gün/yıl					
Örtükazı birim maliyeti : 1.5 \$/m ³						
1: Delme; 2: Patlatma; 3: Kazı-Yükleme; 4: Taşıma; 5: Diğer						

Araziden alınan cevher, tavantaşı ve tabantaşını temsil ve karakterize eden blok numuneler önce blok kesme makinası ile düzeltilmiştir. Daha sonra, düzeltilen bu bloklardan değişik çap ve ebatlarda karotlar,

karot alma makinası ile alınarak kesme ve parlatma makinasında düzeltilmiş ve ISRM (1981) standartlarının öngördüğü şekilde deneylere hazır hale getirilmişlerdir.

- (*) Manevra süreleri ve diğer duruşlar dahil
(**) Yalnızca delme işleminde geçen net süre
(***) Karşılaştırma amacıyla aynı kapasite artmıştır.

Çizelge 2. Arazi Gözlem ve Ölçüm Sonuçları.

KAYA BİRİMİ	JEOTEKNİK TANIM	Schmidt Çekici Sertliği	Nokta Yüğü Dayanımı $I_{s(50)}$ (MPa)	Sismik Hız (m/sn)
TAVANTAŞI	Genelde kahverengimsi, yer yer yeşilimsi gri görünümlü, orta derecede ayrışmış, düzensiz eklem takımı, süreksizlikler arası ortalama mesafe 40 cm, nem durumu kuru, patlatma sonrası ortalama blok boyutu 30*40*50 cm.	35.00 ±6.93	2.42 ±0.43	2265
CEVHER	Cevherleşmenin yoğun olduğu yerlerde kurşuni, sınır bölgelerinde sarımsı görünümde. Orta derecede ayrışmış, düzensiz eklem takımı, cevher banlı (1-30 cm), nem durumu kuru. Kazı sonucunda ortalama blok boyutu 30*40*30 cm olup, yaklaşık %40'ı 10 cm altında.	16.50 ±3.92	2.61 ±0.22	2035
TABANTAŞI	Genelde kahverengimsi, yer yer yeşilimsi gri görünümlü, genelde az derecede ayrışmış, düzensiz eklem takımı, süreksizlikler arası ortalama mesafe 40 cm ve eğimleri yaklaşık N 45°. Yer yer manyezit bantları ve ezik zonlar görülmektedir. Dalgalı-düz pürüzlülükte, nem durumu kuru. Ortalama blok boyutu 30*40*40 cm.	46.70 ±4.30	2.08 ±0.59	2320

Bu numuneler üzerinde ISRM standartlarına uygun olarak laboratuvar deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneylerden elde edilen veriler Kayalab bilgisayar programı (Ceylanoğlu ve Ark., 1993) kullanılarak değerlendirilmiş ve sonuçları toplu halde Çizelge 3'de sunulmuştur (Demirci ve Ark., 1995).

3. KAYA BİRİMLERİNİN SAĞLAMLIK VE KAZI ZORLUĞU DERECELERİNİN BELİRLENMESİ

Çizelge 2 ve Çizelge 3'de verilen kaya birimlerine ait arazi ve laboratuvar sonuçları literatür sınıflama sistemlerine göre değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonuçları Çizelge 4'de sunulmaktadır. Kaya sağlamlık derecesi için 6 ayrı sınıf (A: Çok Zayıf, B: Zayıf, C: Orta Sağlam, D: Sağlam, E: Oldukça Sağlam, F: Çok Sağlam) öngörülmüş, kaya madde/kütle özellikleri ve literatür sınıflama sistemleri gözönüne alınarak kaya birimlerinin sağlamlık dereceleri bulunmuştur. Çizelge 4. Buna göre cevher zayıf (B), tavantaşı (Gabro) çok sağlam (F), tavantaşı (Dunit) ve tabantaşı ise orta sağlamlık (C) sınıflarında yer almıştır.

Kaya birimlerinin kazı zorluğu derecelerinin belirlenmesine yönelik olarak öncelikle literatürdeki sınıflama sistemleri (Bailey, 1975; Weaver, 1975; Müftüoğlu, 1983; Singh ve Ark., 1987; Paşamehmetoğlu ve Ark., 1988) için ayrı ayrı değerlendirme yapılmıştır. Daha sonra çalışılan kaya birimlerinden elde edilen parametreler, sözkonusu sınıflama sistemlerindeki parametre sayısı, özelliği ve önemi gözönüne alınarak yarım matris yöntemi yardımı ile mukayese edilmiş, öncelik ve ağırlıkları belirlenmiştir (Çizelge 5) Bu mukayesede literatürdeki sınıflama sistemleri birbirleri ile (ikili) kıyaslanarak hangisi yukarıda sözü edilen koşullara daha uygun ise karşılaştırıldığı sırada puan almıştır. Bu frekanslar toplanarak tercih sırası belirlenmiştir.

Literatürdeki kazı sınıfları gözönüne alınarak Çizelge 6'da verilen kazı sınıfları öngörülmüştür. Çizelge 5'de belirlenen ağırlıklar kullanılarak çalışılan her kaya birimi için nihai bir değerlendirme yapılmış ve ağırlıklı kazı sınıfı değeri bulunmuştur (Çizelge 7)

Çizelge 3 Kaya Mekanîği Laboratuvar Deneý Sonuçları.

Kaya Birimi	Yoğunluk (gr/cm ³)	Nem Oranı (%)	Suya Dayanım İndeksi (I _{d-2})(%)	Shore Sertliği	Darbe Dayanımı (kgf.cm/cm ³)	Dolaylı Çekme Dayanımı (MPa)	Tek Eksenli Basınç Dayanımı (MPa)	Kohezyon (MPa)	İçsel Sürtünme Açısı (Derece)	Elastisite Modülü (GPa)	Poisson Oranı
Tavantaşı (Gabro)	2.890 ± 0.014 *(2.864-2.912)	0.26	-----	87.90 ± 3.5	60.936 ± 36.525 (21.390-109.536)	24.03 ± 2.09 (21.07-27.15)	269.75 ± 66.68 (170.08-310.62)	----	----	51.80	0.246
Tavantaşı (Dunit)	2.352 ± 0.042 (2.281-2.421)	2.75	99.54 (99.54- 99.55)	48.80 ± 7.71	7.770 ± 1.298 (6.259-9.682)	5.34 ± 1.33 (3.15-7.20)	47.20 ± 8.24 (38.03-59.95)	15.56	36.05	14.68	0.332
Cevher	2.819 ± 0.055 (2.781-2.927)	2.01	97.88 (97.73- 98.03)	42.50 ± 9.84	3.915 ± 2.810 (0.513-7.604)	2.72 ± 0.84 (1.42-3.84)	35.32 ± 0.44 (35.02-35.63)	12.30	35.38	12.50	0.413
Tabantaşı	2.366 ± 0.041 (2.323-2.477)	4.17	99.40 (99.32- 99.48)	50.70 ± 10.13	5.693 ± 3.018 (1.725-9.332)	6.91 ± 1.91 (5.05-10.40)	44.17 ± 17.60 (22.28-66.05)	9.38	41.60	12.64	0.337

* Minimum ve maksimum değerler parantez içinde verilmektedir.

Çizelge 7'den de anlaşılacağı gibi, gerek cevherin gerekse örtü kazıyı oluşturan kaya birimlerinin kazılabilirliğini belirlemeye yönelik çalışmalar sonucunda bulunan kazı zorluğu sınıflarının sağlamlık dereceleri ile uyum içinde olduğu ve tüm kaya birimlerinde patlatmanın gerektiği ortaya çıkmıştır. Bu sonuçlar arazide doğrudan kazının oldukça zor olduğu gözlemini de Çizelge 1. desteklemiştir.

4. EKONOMİK ANALİZ

Söz konusu sahada varlığı öngörülen rezervin açık ocak işletmeciliği ile kazılabilirliğinin belirlenmesinde proje bazında yaklaşım gerekli olmuştur. Bu yaklaşımda genel şev açısı, sınır örtükazı oranı, ocak sınırları, üretim yöntemi ve ekipman türü gibi unsurlar elde edilen veriler ışığında değerlendirilmiş ve örtükazı birim maliyeti belirlenmeye çalışılmıştır.

Genel şev açısı belirlemede birçok faktör gözönüne alınmaktadır. İçsel sürtünme açıları, kohezyon değerleri, işletmede halen mevcut olan genel ocak eğim açılan ve işletme ömrünün kısıllığı gözönüne alınarak genel şev açısı 45° olarak öngörülmüştür. Açık işletme sınırının tayini için öncelikle sınır örtükazı oranının belirlenmesi gerekmiştir. Yeraltı işletmesi seçeneğinin varlığı düşünülerek sınır örtükazı hesabı yapılmıştır. Hesaplama kullanılan birim örtükazı, birim yeraltı ve açık ocak cevher üretim maliyetleri; işletme operasyonlarından elde edilen değerlerden hareketle bulunmuştur. Bu değerler sırasıyla; 1,5 \$/m³ (örtükazı), 20 \$/ton (yeraltı cevher) ve 5 \$/ton (açık ocak cevher) olarak alınmıştır. Bu değerler kullanılarak sınır örtükazı oranı 10 m³/ton olarak hesaplanmıştır. İşletmeden elde edilen kesitlerdeki cevher geometrisi, mevcut imalatlar ve belirlenen genel şev açısı dikkate alınarak tüm rezervin açık ocak olarak işletilebilirliği araştırılmıştır. Yapılan

hesaplamalar sonucunda +1010 kotu üzerindeki cevherin (rezervin tümü) kazanılması durumunda sınır örtükazı oranının 8 m³/ton olacağı görülmüştür. Bu değer sınır oranından düşük olması nedeniyle, kesitlerde varlığı öngörülen cevherin tamamının açık işletme yöntemiyle kazanılabileceği anlaşılmıştır. Açık ocak nihai sınırları (yatay ve düşeyde) Şekil 1'deki plan, kesit ve perspektif görünüşlerde ifade edilmiştir. Bu durumda toplam örtükazı miktarı 680.000 m³ olarak belirlenmiştir.

Örtükazı ve cevherde; kazı-yükleme ve taşıma işlemleri için, gerek iş hacminin küçük olması, gerekse manevra kabiliyetinin ve kazı gücünün yüksek olmasının yanı sıra, işletme maliyetinin düşük olması nedeniyle vagon drill, hidrolik ekskavatör ve kamyon yöntemi öngörülmüştür. Ancak basamak yüksekliklerinin 10 m olarak tutulması ve gevşetme atımından vazgeçilerek basamak patlatması planlanmıştır. İşletme koşulları ve kaya özellikleri dikkate alınarak önerilen delik geometrisi aşağıda verilmektedir.

Basamak yüksekliği	10m
Delik çapı	89 mm
Dilim kalınlığı	2.8-3.0 m
Delikler arası mesafe	3.5-3.75 m
Delik düzeni	Şeşbeş
Sıkılama boyu	Dilim kalınlığı kadar
Delik eğimi	75°
Delik boyu	11.4 m
Özgül şarj	0.35-0.40
	kg(ANFO)/m ³
Özgül delme	0.10 m/m ³

Üretim yöntemi ve mevcut işletme koşulları dikkate alınarak yapılan hesaplamalar sonucunda gerekli makina-ekipman sayıları Çizelge 8'de verilmektedir. Hesaplamalarda işletme boyutunun küçüklüğü dikkate alınarak işletme ömrü 180 iş günü, çalışma süresi ise 15 saat/gün olarak alınmıştır. Hesaplamalarda gerekli olan diğer veriler ise Çizelge 1'den alınmıştır.

Çizelge 4 Kaya Birimlerinin Sağlamlık Derecesi.

Sınıflama Lokasyon	Tek Eksenli Basınç Dayanımı	Schmidt Çekici	Modül Oranı	Suda Dağılıma Dayanımı İndeksi	RQD	Deere ve Miller	Çatlaklı Kaya Kütlelerinde Dayanım Diyagramı	RMR Puan ve Tanım	*Sağlamlık Derecesi
Tavantaşı (Gabro)	270 MPa Çok Yüksek Dirençli	Çok Sert	192 Düşük	Çok Yüksek	90 Çok İyi	Çok Yüksek Dayanım	Sağlam	90 Çok İyi Kaya (III)	Çok Sağlam (F)
Tavantaşı (Dunit)	47 MPa Orta-Düşük Dirençli	35 Az Sert	311 Orta	% 99 Çok Yüksek	79 İyi	Düşük Dayanım	Orta Sağlam	51 Vasat Kaya (III)	Orta Sağlam (C)
Cevher	35 MPa Orta-Düşük Dirençli	17 Yumuşak	354 Orta	% 98 Yüksek	58 Orta	Düşük Dayanım	Zayıf	44 Vasat Kaya (III)	Zayıf (B)
Tabantaşı (Dunit)	44 MPa Orta -Düşük Dirençli	47 Sert	286 Orta	% 99 Çok Yüksek	79 İyi	Düşük Dayanım	Orta Sağlam	51 Vasat Kaya (III)	Orta Sağlam (C)

* Araştırma Grubu tarafından belirlenmiştir.

Çizelge 5. Kazı Sınıfı Seçimine Yönelik Kriter Öncelikleri ve Ağırlıkları.

B A I L E Y	W E A V E R	M Ü F T Ü O Ğ L U	S I N G H V E A R K A D A Ş L A R I	P A Ş A M E H M E T O Ğ L U V E A R K A D A Ş L A R I		KAZILABİLİRLİK SINIFLAMA SİSTEMLERİ	Tercih Frekansı w	Tercih Sırası r	Ağırlık (%) G
1	2	3	4	5					
---	2	3	4	5	1	BAILEY	1	5	7
1	---	---	4	5	2	WEAVER	3	3	20
	2	2	---	5	3	MÜFTÜOĞLU	2	4	13
		3	4	---	4	SINGH VE ARKADAŞLARI	4	2	27
			---	5	5	PAŞAMEHMETOĞLU VE ARKADAŞLARI	5	1	33
			4	5					

$$(n = \text{Kriter sayısı}; r = n+1-w; G = [2*(n+1-r)] / [n(n+1)])$$

Çizelge 6. Öngörülen Kazı Sınıfı Değerleri.

KOLAY	ORTA	ORTA-ZOR	ZOR	ÇOK ZOR
1	2	3	4	5
Doğrudan kazı		Patlatma gerekli		

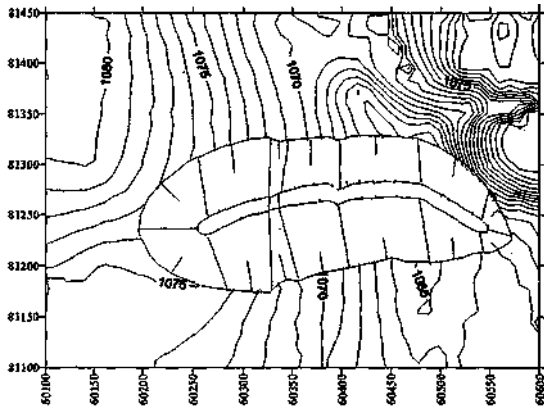
Çizelge 7. Kazılabilirlik Tayini.

KAZILABİLİRLİK SINIFLAMA SİSTEMİ	KAYA BİRİMİ	KAZI SINIFI		AĞIRLIK DEĞERİ	AĞR.KAZI SINIFI (Değeri)
BAILEY	TAVAN TAŞI (Dunit)	ZOR	4	0.07	ZOR (3.74)
WEAVER		ÇOK ZOR	5	0.20	
MÜFTÜOĞLU		BİRAZ ZOR	3	0.13	
SINGH VE ARK.		MARJİNAL	4	0.27	
PAŞAMEHMETOĞLU VE ARK.		ORTA ZOR	3	0.33	
BAILEY	CEVHER	ÇOK ZOR	5	0.07	ZOR (3.48)
WEAVER		ÇOK ZOR	5	0.20	
MÜFTÜOĞLU		BİRAZ ZOR	3	0.13	
SINGH VE ARK.		MARJİNAL	4	0.27	
PAŞAMEHMETOĞLU VE ARK.		ORTA	2	0.33	
BAILEY	TABAN TAŞI	ÇOK ZOR	5	0.07	ÇOK ZOR (4.27)
WEAVER		ÇOK ZOR	5	0.20	
MÜFTÜOĞLU		ZOR	4	0.13	
SINGH VE ARK.		MARJİNAL	4	0.27	
PAŞAMEHMETOĞLU VE ARK.		ZOR	4	0.33	

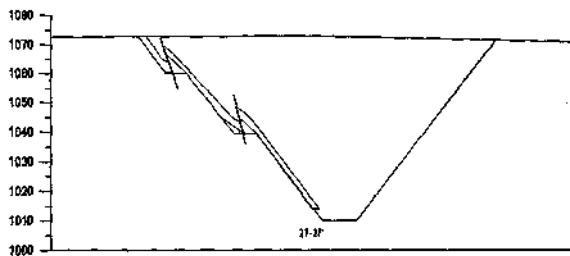
Çizelge 8. Gerekli Makina-Ekipman.

Makina-Ekipman	Adedi
Vagon Drill (89 mm)	2
Kompresör (> 7.5 m ³ /dk)	2
Hidrolik Ekskavatör (6) yd ³)	2
Kamyon (35 ton)	7
Dozer (>300 HP)	1
Grader	1
Sulama Tankeri	1
Yakıt Tankeri	1

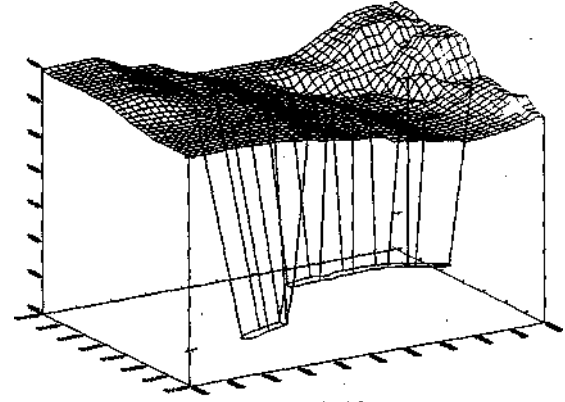
Öngörülen açık işletme projelendirmesi çerçevesinde örtükazı birim maliyeti hesaplama sonuçları Çizelge 9 'da ayrıntılı olarak sunulmuştur. Hesaplamalarda işletmede uygulanmakta olan ücret politikası ve mevcut ekonomik konjonktür dikkate alınmıştır. Çizelge 9 'dan görüleceği gibi birim üretim maliyeti 1,73 \$/m³ olarak hesaplanmıştır. Bu değer; gerek bu işletmedeki (1.5 \$/m³ gerekse benzer işletmelerdeki uygulamalarla mukayese edildiğinde kabul edilebilir düzeydedir.



a. Plan



b. Kesit



c. Perspektif

c. Perspektif

Şekil 1. Açık ocak nihai sınırı.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Ege Metal Eskişehir Karaburhan krom sahası açık işletmesi için uygun üretim yöntemi ve koşulların belirlenmesi amacıyla; yerinde, laboratuvar ve büroda oldukça yoğun bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Öncelikle imalat ve sondaj verileri kullanılarak açık ocak için cevherleşmenin şekli, geometrisi ve rezervi belirlenmiştir. Buna göre üretilebilir rezerv (+1010 kotu üzeri) 80.000 ton olarak hesaplanmıştır. Daha sonra cevher, tavantaşı ve tabantaşının literatür malzeme ve kütle sınıflama sistemleri gözönüne alınarak kaya birimlerinin sağlamlık ve kazı zorluğu dereceleri belirlenerek patlatmanın gerekliliği ortaya konulmuştur. Projelendirme çalışmaları kapsamında; ocak genel şev açısı, sınır örtükazı oranı ve ocak sınırları ile örtükazı miktarı (680.000 m³) belirlenmiştir. Ayrıca delme-patlatma çalışmaları için model önerilmiş ve makina-ekipman seçimi yapılmıştır. Kesitlerde varlığı öngörülen rezervin tümünün mevcut ekonomik koşullar çerçevesinde açık ocak işletmeciliği ile 6 ay gibi bir sürede kazanılabileceği ortaya konulmuştur.

İşletmede gevşetme amaçlı olarak sürdürülen atım çalışmaları verimliliği olumsuz yönde etkilediğinden basamak patlatmasına geçilmesinde yarar görülmektedir. Öte yandan, aynı sahada faal halde bulunan yeraltı ocağının, açık ocağa yakınlığı

Çizelge 9. Örtükazı Birim Maliyeti (\$/m³).

GİDER TÜRLERİ	AMORTİSMAN	YAKIT VE YAĞ	TAMİR + BAKIM LASTİK VE MATKAP	PERSONEL İŞÇİLİK	PATLAYIC I MADDE	TOPLAM	GENEL GİDER	GENEL TOPLAM
OPERASYONLAR								
DELME	0.011	0.124	0.01	0.025	0.00	0.17	0.002	0.172
PATLATMA	0.00	0.015	0.00	0.0027	0.268	0.286	0.0028	0.2888
HİDROLİK EKSKAVATÖR	0.246	0.23	0.22	0.050	0.00	0.746	0.0075	0.754
KAMYON	0.067	0.13	0.041	0.04	0.00	0.278	0.0028	0.281
DOZER	0.01	0.08	0.006	0.016	0.00	0.112	0.0011	0.113
GRADER	0.003	0.004	0.0028	0.008	0.00	0.0176	0.00017	0.0177
SULAMA TANKERİ	0.00005	0.004	0.0026	0.007	0.00	0.0113	0.00011	0.0114
YAKIT TANKERİ	0.00002	0.00144	0.000083	0.00667	0.00	0.0082	0.00008	0.0083
EK PERSONEL	0.00	0.00	0.00	0.034	0.00	0.034	0.00034	0.0343
KAMYON FİLO İŞÇİLİĞİ	0.00	0.00	0.00	0.052	0.00	0.052	0.0005	0.052
TOPLAM	0.337	0.588	0.28	0.241	0.268	1.72	0.0172	1.73
GENEL GİDER	0.00337	0.00588	0.0028	0.00241	0.00268	0.0172	-	-
GENEL TOPLAM	0.34	0.594	0.283	0.243	0.271	1.73	-	1.73

dolayısıyla açık ocakta gerçekleştirilecek atımların yeraltı imalatlarını etkilemesi sözkonusu olabilecektir. Bununla birlikte çevre yerleşim birimleri de atımlardan yerli yada yersiz şikayetlerde bulunabilecektir. Bu nedenle atımların kontrollü gerçekleştirilmesinde yarar görülmektedir. Bu kontrol ise yapılacak bir dizi yersarsımsız (titreşim) ve hava şoku ölçüm sonuçlarının değerlendirilmesi ile sağlanabilecektir.

TEŞEKKÜR.

Yazarlar, bu araştırmayı destekleyen Ege Metal Endüstri Anonim Şirketi Yetkililerine teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

BAILEY, A.D., 1975; "Rock Types and Seismic Velocities Versus Rippability", Highway Geol. Symp. Proa, No. 26.

BffiNIAWSKI, Z.T., 1989; "Engineering Rock Mass Classifications", Pennsylvania, June, 237 p.

BUREAU of MINES, 1987; "Cost Estimating System Handbook", IC-9142, I. Surface and Underground Mining, USA.

CEYLANOĞLU, A., GÖRGÜLÜ, K., KAHRİMAN A., 1993; "Standart Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri Verilerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Bilgisayar Programı", Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu, Konya, 9-10 Haziran.

CUMMINS, A.B., GIVEN, I.A., 1973; "Mining Engineering Handbook", V.2, SME, New York.

DEMİRCİ, A., CEYLANOĞLU, A., KAHRİMAN, A., 1995; "Ege Metal Eskişehir Krom İşletmesinde Optimum Üretim Yönteminin Belirlenmesi ve Projelendirilmesi Çalışmaları", Nihai Rapor, C.Ü., Sivas.

ISRM, 1981; "Rock Characterization Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods", International Society for Rock Mechanics, 211 p.

MÜFTÜOĞLU, Y. V., 1983; "A Study Of Factors Affecting Diggability In British Surface. Coal Mines", Ph. D. Thesis, University Of Nottingham, England.

PAŞAMEHMETOĞLU, AG., et al., 1988; "Jeoteknik ve Performans Verilerinin Değerlendirilmesi, Kazılabilirlik Sınıflama Sisteminin Önerilmesi", Nihai Rapor, ODTÜ.

SINGH, R. N. , DENBY, B. EĞRETLİ, 1, 1987; "Development Of a New Rippability Index For Coal Measures Excavations", Proc. 28th US Symposium On Rock Mechanics, Tucson, pp. 935-943.

WEAVER, J.M., 1975; "Geological Factors Significant in the Assessment of Rippability", Civil Engineer in South Africa, Vol.17, No. 12, pp.313-316.

**TÜRKİYE
15. MADENÇİLİK
KONGRESİ VE
SERGİSİ**

**6-9 MAYIS 1997
ANKARA**

Başvuru:
Prof.Dr.Tevfik GÜYAGÜLER
TMMOB MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI
Selanik Caddesi No: 19/3 06650 Kızılay, ANKARA
Tel: 0.312.425 10 80 - 418 36 57 Fax: 0.312.417 52 90



**TMMOB
MADEN MÜHENDİSLERİ ODASI**